

항공기생산 품질경영시스템 발전 과정 연구

- 국내외 업체간 특징 비교

이승주*, 변재현**

* 한국항공우주산업(주) 사천 1공장

** 경상대학교 산업시스템공학부, 항공기부품기술연구센터

A Study on the Evolutionary Process of Aircraft Production Quality Management System - Comparison of Characteristics of Domestic and Foreign Companies

Sung Ju Lee*, Jai-Hyun Byun**

* Sachon #1 plant, Korea Aerospace Industries

** Dept. of Industrial and Systems Engineering and Research Center for Aircraft Parts Technology,
Gyeongsang National University

Key Words : Aerospace quality management system improvement, Aircraft production, AS 9100,
ISO 9001, quality systems comparison

Abstract

The aircraft production quality management system in Korea has been implemented to support the developmental phase of Korean aircraft industries, from overhaul of the aircraft and engines to development of military trainer aircraft. After the deletion of the Mil-Q-9858A standard in 1996, Korean aerospace companies established ISO 9001 and AS 9100 as their basic aerospace quality management system specifications. These quality standards were adopted in the same period of time by other leading international aircraft manufacturing companies.

This paper presents a future direction on the improvement of quality management systems for Korean aircraft production company by considering (1) Korean governments strategy for the development of Korean aircraft production industries, (2) short and long term business plan of Korean aerospace industries, and (3) benchmarking leading international company's quality management systems.

1. 서론

항공 산업은 막대한 비용이 투입되는 자본 집약적 산업이며, 타 산업기술에 대한 파급효과 및 기술선도효과는 자동차산업에 비해서 10 배 이상 되는 고도의 기술집약적 산업이다. 우리나라는 지난 30년 가까이 항공사업을 추진한

† 교신저자 jbyun@nongae.gsnu.ac.kr

· 본 연구는 과학기술부 한국과학재단 지정 항공기 부품기술연구센터의 지원에 의해 연구되었음.

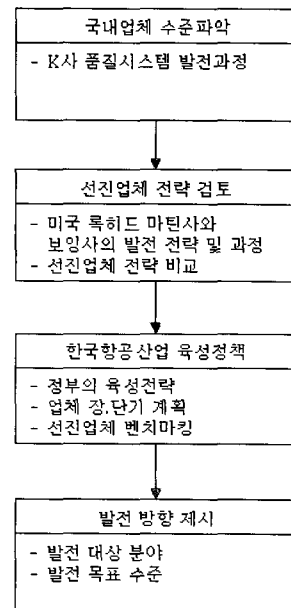
결과 항공기 개발 및 생산을 자체적으로 수행할 수 있는 기술 인력을 양성하였고 생산기반 시설을 갖추게 되었다. 항공 산업을 지속적으로 발전시키기 위해서는 항공기 수출국으로서 경쟁력을 갖추어야 하는데 이를 위해서 국내 항공기 생산을 위한 품질경영시스템을 검토하고, 이를 세계수준의 국외 항공기 생산기업의 시스템과 비교하여 국내 시스템을 발전시키기 위한 방안을 제시하는 것이 필요하다.

우리나라의 항공 산업의 기반은 1950년대로부터 1970년대 중반까지 군에서 수행한 F-86, F-4, F-5 전투기 등 군수용 항공기에 대한 차정비를 수행하면서 구축되었다. 실질적으로는 1976년 한국에서 처음으로 Hughes 500MD 군용 헬기에 대한 기술 도입 조립 생산사업을 통해 한국의 항공 산업은 시작되었고 볼 수 있다. 그 후 F-5E/F 제공호 면허 생산 사업과 절충교역에 의한 F-5E/F 전투기용 J85 엔진 부품생산 수출사업, KF-16 한국형 전투기 면허생산 사업, KT-1 초등/T50 고등 훈련기 체계 개발 사업 등 군수사업과 1986년 BELL 412SP 헬리콥터 동체 생산 사업, 보잉 B757 Stringer, APU Door, dHI사와의 DASH-8 사업, B767 Upper Panel 조립 등 민항기의 단품 및 조립 사업인 민수사업이 한국 항공 산업의 양대 축을 형성하면서 발전해 왔다.

1962년부터 전 세계 항공 산업체에서 항공기 생산 품질 시스템 규격으로 적용되어 왔던 MIL-Q-9858A가 1996년에 폐기될 것으로 예고되었다. 1996년에 국내 항공기 생산업체인 K사가 MIL-Q-9858A를 대신한 ISO 9000계열 규격에 대한 체계인증을 획득하면서 국내 항공기 생산업체의 품질시스템이 세계 유수의 항공기 생산업체의 품질시스템과 보조를 맞추어 발전하게 되었다.

본 논문의 목적은 국내에서 유일하게 항공기 종합생산체제를 갖춘 K사와 세계적으로 가장 우수한 선진 항공기 생산업체의 항

공기생산 품질경영시스템 발전 과정을 검토하여, 향후 국내 항공기 품질경영시스템의 발전 방향, 범위와 내용을 명확하게 설정하는 것이다. 이를 위하여 우선 K사가 ISO체계를 도입하기 이전과 이후의 품질경영시스템의 변화를 살펴보았다. 또한 군수와 민수 항공기 생산 분야에서 각각 세계 제1의 경쟁력을 보유하고 있는 미국의 록히드 마틴사와 보잉사의 품질경영시스템 발전과정과 업체 전략을 검토하고, 그 특징을 비교 분석하여서 국내 업체가 받아들여야 할 선진업체 품질시스템의 범위와 내용을 구분하였다. 최종적으로는 한국 정부의 항공 산업 육성정책과 업체의 장단기 계획을 검토했으며, 그 결과를 바탕으로 향후의 국내 항공기 산업의 발전 단계에서 항공기 생산업체가 품질경영시스템 측면에서 향후 발전해야 할 범위와 내용에 대한 방향을 제시하였다. 본 논문의 전개방향은 그림 1에 나타내었다.



<그림 1> 논문 전개 방향

2. 항공기생산 품질경영시스템의 발전 과정

2.1 국내 업체 품질시스템 발전과정

2.1.1 ISO 9000 도입 이전(1979-1996)

한국은 1976년 Hughes 500MD 헬기 조립생산을 시작한 이후, 1978년 국내 기술기반 구축을 위해 항공공업진흥법을 제정하였으며(산업자원부, 2000), 1979년에는 팬텀 전투기용 엔진(J79-GE-15A), F5 전투기용 엔진(J85-GE-13/17A), 그리고 Hughes 500MD 헬기 엔진(Allison 250)에 대한 창 정비를 시작했다. 이를 지원했던 품질시스템은 미 공군의 창 정비 절차를 적용한 정비 운영절차로서(USAF, 1978), 검사를 통한 결함품 식별, 검사 결과에 대한 합격·불합격 표식과 항공기 중요 부품에 대한 이력 유지 수준의 품질 활동이 수행되었다. 1980년 F-5F 제공호 조립, 면허생산 사업을 통해 미국의 항공기 기체 원천 제작사인 Northrop사와 엔진 원천 제작사인 General Electric(GE)사의 품질시스템 요구사항인 미 군사규격 MIL-Q-9858A 품질 프로그램 요구사항(DoD, 1963)이 국내 업체에 부과되었다.

MIL-Q-9858A는 한국형 전투기 사업인 KFP(Korean Fighter Program) 사업에 적용되어 KF-16의 원천 제작사인 당시의 LFWC(Lockheed Fort Worth Company)가 제공하는 상용 계약에서 품질보증 계획서에 제시된 품질시스템 규격으로 이용되었다(LFWC, 1994). KFP 사업을 제외한 다른 민수 항공기 부품 및 부분 조립품 생산 사업은 대체로 1980년대 말에 시작된 사업으로 1996년까지 KFP 사업 등 군수용 항공기 사업 매출의 11-12% 수준을 유지하고 있다.

민수 항공기사업이 군수 사업에 비해 소규모로 이루어짐에 따라 민수사업을 위해 별도의 품질시스템을 운영하기 보다는 군수사업을 위한 표준운영절차(Standard Operating Procedure, SOP)를 기본 골격으로 하고, 그 위에 각 민수 항공기의 부품과 부분 조립품 협력 생산을 위한 원청업체의 품질시스템 요구사항을 추가하여 전체 품질시스템을 형성하는 다소 복잡한 품질 체계를 운영하여 왔다. K사는 1979년 MIL-Q-9858A를 기본으로 하여 창 정비 및 엔진 부품생산을 위한 표준운영절차를 준비했으며, 각 민수항공기 고객들의 품질 요구사항에 대응하여 1989년까지 원자재 입고 검사로부터 최종 납품검사까지 SOP를 보유했다. 당시는 수주제품의 생산범위 내에서 결함품에 대한 재심권한(Material Review Authority)을 고객사가 보유한 상태에서 생산현장 및 품질시스템 내에서의 시정조치 프로그램이 강조되었다. 이 과정에서 1986년 미국 Bell사, 1988년 미국 Northrop사, 1989년에는 미국 보잉사로부터 품질시스템에 대한 승인을 획득했다(<표 1 참조>).

2.1.2 ISO 9000 도입 이후 (1996-2003)

MIL-Q-9858A가 1996년 이후 폐기됨에 따라 KF-16 전투기 미국 원천 업체인 록히드 마틴사는 MIL-Q-9858A를 대신하여 ISO 9001로써 항공기 생산 및 설계를 위한 품질시스템을 유지하게 되었다. 국내 업체는 KFP사업 등 군수계약에 있어서 설계 부문을 포함하지 않고 있는 사업과 T50 고등훈련기 사업 등 설계 부문을 포함한 사업을 동시에 수행하고 있었다. 따라서 K사는 1차로 1996년 제3차 인증방식의 생산 품질시스

<표 1> K사 사업별 품질시스템 요구 규격(1978 - 현재)

구분	사업(원천사)	품질시스템 요구 규격	기간
군수	· 7006사업(Northrop)	· 국방공통-0050-0015	1980.10 - 1988
	· KFP사업 (LFWC)	· MIL-Q-9858A	1991.11 - 2000.4(1차)
	· T50사업(한국)	· 국방공통-0050-0015('91.11)*	2000.7-2004.8(2차)
	· KT-1사업(한국)	· MIL-Q-9858A('89.1)*	1997.10-2008.3
	· UH-60헬기 (Sikorsky)	· KDS 0050-9000('03.4)*	1988 - 2004
민수	· B412/212 동체 (Bell사)	· 국방공통 0050-0015/0050-9001	1991 - 1999.12
	· B757 부품 등 (보잉)	· 국방공통 0050-0015	
	· B747 부품 등 (Vought/Northrop)	· MIL-Q-9858A	
		· QPS-100 ('86.8)*	1989 - 현재
		· D6-82479('03.11)*	1990 - 현재
	· D1-9000A('97.3)*		
	· D1-9000 ('92.3)*		
	· D1-8000A('89.3)*		
	· SQR-001/-002('97.11)*	1989 - 현재	
	· QA 500-1 ('88.3)*		

(*) : 인증 획득시기

탐인 ISO 9002:1994년판에 의거한 품질시스템을 공식적으로 구축하였으며, 2차로 2002년에 설계분야를 포함한 ISO 9001:2000과 AS 9100:2001에 대해 제3차 인증을 받았다. 2003년 한국 국방 품질경영시스템인 KDS 0050-9000:2002에 대한 승인을 획득하여 현재 민수 및 군수 분야의 생산 및 설계를 포함하는 모든 사업에 대해 AS 9100을 기본으로 각 규격 최신판에 근거한 품질경영시스템을 구축하여 운영하고 있다. K사는 보잉사로부터 1989년 D1-8000A에 대한 승인을 획득할 때에 46건의 SOP를 보유하고 있었으나, KF-16 사업과 민수 항공 원청업체

의 요구사항에 대한 반영으로 1996년 ISO 9002:1994 인증 시는 품질경영매뉴얼(Quality Management Manual, QMM)과 SOP 60건을 보유하고 있었으며, 보잉사 D1-9000 Rev. A 도입 후 Bell사와 SB 427사업을 추진하고 T50 설계 부문에 품질시스템을 적용하면서 2000년에는 품질 SOP와 세부지침서(Detail Instruction, DI)가 각각 83건과 78건으로 늘었다. 결과적으로 타 부문의 SOP와 DI를 포함하면 총 753건으로 방대한 분량에 달해서, 실제로 업무에 필요한 절차를 확인하는 데에 애로가 발생했으며 절차간 중복과 불일치가 발생했다. 이런 문제점

을 개선하기 위해 ISO 9001 요건을 기준으로 기존 절차를 정비하였다. 특히 보잉 관련 절차를 1차로 정비하였는데, 이는 보잉사의 프로세스 Lean화 정책과도 일치하였다. 결국 QMM에는 ISO 요건 대비 K사의 품질방침을 기술하고, ISO 요건별로 1개 SOP 작성을 원칙으로 하여 총 20건의 SOP를 작성하되 사업별 특수성을 감안하여 조정기로 했다. DI는 부서 내 업무지침 성격에서 업무별 세부지침 기술서 형태로 변경하였다. 그 결과 2000년에는 보잉 관련 절차를 144건으로 정비하여 58%로 줄였으며, 보잉관련 사업외의 기타 절차에 대한 2차 정비를 통해 37% 감소시켰다. 이 과정을 통해 업무내용이 SOP를 중심으로 간소하고 명확하게 되었다. 그 이후 2003년에는 ISO 9001:2000과 AS 9100:2001, KDS 0050-9001:2002의 적용을 위한 절차 보완을 통해 다시 12.5%를 감소시켰다.

2.2. 록히드 마틴사 품질시스템 발전 과정

2.2.1 발전과정 개요

‘고객, 종업원과 주주의 관점에서 세계 최고의 군수 항공회사’의 비전(LMAC, 2002)을 갖고 있는 록히드 마틴사는 현재까지 세계적으로 가장 많이 생산된 F-16 전투기의 원천 제작사로서 한국에는 KFP 사업을 통해 소개되었다. 록히드 마틴사는 1995년 항공기 제작사로서는 미국업체 최초로 ISO 9001을 채택하였다. 7개월의 준비기간을 거쳐 영국의 인증기관인 BSI의 인증심사를 거쳐 1996년에 ISO 9001 인증 등록 업체가 되었다. F-16 전투기 생산 공장인 Fort Worth 공장에서 미 공군과 록히드 마틴사 간의 F-16 구매계약 변경을 통해 당시까지 적용되고 있던 군수품 품질보증 체계인 MIL-Q-9858A 시스템으로부터 범용 품질경영시스템인 ISO 9001:1994를 적용하기 시작하였다. 이후 록히드 마틴사는 미국 항공부문 품질경영시스템인 AS 9000:1997에 대해 영국 BSI로부터 인증을 받았으며, 2003년 AS 9100:2001과 ISO 9001:2000에 대해서도 영국 BSI의 인증심사를 거쳐 등록업체가 되었다. (<표 2 참조>)

<표 2> 록히드 마틴사의 품질시스템 발전 단계

시 기 구분	1961 - 1996.4	1996.5 -	1998.5 -	2003.6 -
시스템	MIL-Q-9858A	ISO 9001:1994	AS 9000:1997	AS 9100:2001 ISO 9001:2000
성격	제2자 보증 (approved)	제3자 인증 (certified)	제3자 잠정 인증 (qualified)	제3자 인증 (certified)
시스템개념	· 군수품 품질 보증시스템 (Military Quality Assurance Model)	· 범용산업 품질보증시스템 (Business Quality Model)	· 미 항공부문 기본 품질시스템 (U.S. Aerospace Tailored Basic Quality Model)	· 국제 항공 품질경영시스템 (International Aerospace Quality Management Model)
공장	· Fort Worth	· Fort Worth	· Fort Worth	· Fort Worth

2.2.2 미 공군과 록히드 마틴사 간 구매 계약변경

미국 정부의 국방예산 축소로 각종 군사 규격이 폐지되고 민간 공업 규격으로 대체됨에 따라 1996년 이후 MIL-Q-9858A와 관련 군사 규격의 폐기가 정식으로 예고되었다. 당시 공군과의 항공기 생산과 납품 계약에는 폐기될 규격인 MIL-Q-9858A, 협력업체 품질보증 요구사항인 MIL-STD-1535A, 결합품에 대한 재작업 또는 폐기절차를 다룬 MIL-STD-1520C 등 항공기 생산을 위한 품질, 구매, 형상관리 시스템 관련 미국 군사 규격의 내용이 계약서에 각각 포함되어야 했다. 록히드 마틴사는 미국 공군과 협의를 거쳐 1) MIL-Q-9858A 규격을 기준으로 구축된 록히드 마틴사의 품질보증시스템을 1996년 10월 이전에 ISO 9001로 전환한다는 것과 2) ISO 9001의 실제 내용에 '결합품에 대한 재심(Material Review) 결과가 수리(Repair)나 현재상태 사용 가(Use-as-is)로 판정되었을 경우 최종 결정 권한은 정부가 계속 유지한다.'는 등의 정부 고유권한 항목 11가지를 추가하였다(이승주, 1999). 1996년 5월에 ISO 9001:1994 규격을 기본으로 한 구매 계약 변경이 미 공군과 록히드 마틴사 간에 이루어졌다(Gadbury, 1996).

2.2.3 ISO 품질시스템 채택 배경

1995년 12월 미국 국방성이 군사용 품질 규격인 MIL-Q-9858A를 폐기하기로 결정함에 따라, 록히드 마틴사는 상용 품질시스템 규격인 ISO 9001을 채택하기로 결정하였다. 그 이유는 1) ISO 9001을 채택함으로써 록히드 마틴사는 미 국방성과의 계약에 있어서 각종 사업에 적합하도록 별도의 품

질시스템을 구축하지 않고 모든 사업에 단일 품질시스템을 경제적으로 적용할 수 있게 되었다. 2) ISO 9001:1994는 국제적으로 인정된 상용의 품질시스템으로서 각종 계약에 공통으로 적용할 수 있는 품질경영시스템 표준이다. 3) ISO 9001 채용 시 '현존의 업무방식에 대한 지속적인 재평가를 통해 프로세스에 대한 품질 개선과 비용 감소를 위한 보다 우수하고 효율적인 기법 결정을 가능하게 한다.'라고 평가하였다.(LMAC, 1996).

미 공군과의 계약변경 시 록히드 마틴사는 1) ISO 9001 품질시스템은 제3자 인증을 전제로 한 시스템으로서 제3자 인증 및 등록 자료에 대해 고객의 접근이 가능하고, 제3자 인증기관에 의한 업체 심사 시 공군의 현지 계약 행정관(Contract Administration Officer, CAO)이 심사과정을 관찰할 수 있어서 심사내용을 고객이 신뢰할 수 있으며, 2) ISO 기준에 의해 구축된 록히드 마틴사의 품질시스템에 대해 제3자 품질 전문가가 주기적으로 프로세스를 심사할 수 있으므로 직접 계약고객인 정부나 공군은 그 결과를 활용하여 감독을 축소할 수 있고, 그 결과 예산을 절감할 수 있다는 점을 강조하였으며, 3) MIL시스템에서 ISO 시스템으로의 전환 비용 2.7백만 달러를 록히드 마틴사가 흡수할 것을 제안하였다(LMAC, 1996).

2.2.4 품질시스템 발전 전략

록히드 마틴사가 ISO 9001을 도입하면서 고려한 품질시스템 발전전략은 1) 공통 프로세스 채택 시 발생하는 비용감소, 2) 지속적 개선기법 활용을 근간으로 한 정부감독의 축소, 3) 시스템 성과지표 활용과 제3자 인증

에 의한 프로세스 효과성과 신뢰성 증대, 4) 미래 사업에 대한 동일 품질시스템 요구 유도 및 조기 구축이었다(<표3 참조>).

록히드 마틴사는 도출된 발전전략에 따라 ISO 시스템 채택 당시 채용했던 ISO 9001:1994를 기본으로 하여 국제항공품질그룹(International Aerospace Quality Group, IAQG)의 전문가들이 항공 산업에 더 적합하도록 개선한 국제 항공품질경영시스템인 AS 9100:2001을 채택하여 운영하고 있으며, 2000년 이래 IAQG 이사 회원사(Council Member)로서 IAQG에서 AS 9100 시스템 운영을 통한 경험과 개선사항을 다른 회원사와 공유하고 발전시켜 나가고 있다.

2.3 보잉사 품질시스템 발전과정

2.3.1 발전과정 개요

미국의 보잉사는, 1978년 이후 전 세계 항공기 산업에서 강력한 경쟁자로 등장한

유럽의 항공기 컨소시엄인 에어버스(Airbus)의 성장에 지속적으로 대응하여 하기 위하여, 항공기 시장에서의 경쟁력 강화와 극심한 경쟁 환경에 대처하기 위한 조치들을 취해왔다. 1986년부터 회사의 기본 정책을 생산성 중심에서 품질중심으로 전환하였다(허희영, 1996). 지속적 품질개선(Continuous Quality Improvement, CQI)이라고 불리는 경영혁신 운동을 통해 보잉의 생존 전략차원의 품질혁신을 추진했다. 이때 보잉은 품질에 대해 사후관리 방식에서 사전예방방식으로서의 사고 전환과 통계적 기법 활용을 적극적으로 추진하였고 이 같은 품질 정책을 국내외 협력업체에 확대 적용하기로 하였다. 그간 협력업체에 요구했던 품질시스템인 D1-8000A를 폐기하고 1991년부터는 보다 진보된 D1-9000을 통해 절차, 기록, 생산품 품질 관리 등 15개 항목을 포함한 기본 품질시스템(Basic Quality System, BQS)과 주요 품질특성에 대한 산

<표 3> 록히드 마틴사의 품질시스템 발전 전략 고려사항

구분	발전전략 고려사항
비용효과	· ISO 시스템을 채택함으로써 MIL 규격체제 중단 이후 발생할 수 있는 다중의 품질프로세스로 인해 각 계약 성격에 따라 품질시스템 조건들을 구성하는데 소요될 많은 노력과 시간, 비용 발생을 최소화 할 수 있다.
지속적 개선	· ISO 9001이 직접적인 제품검사 활동 보다는 프로세스의 안정과 관리로 이행을 위한 지속적 개선 기법의 채택을 요구하고 있으므로, 프로세스 변동 감소기법과 통계적 방법을 통해 공정능력이 더 명확하게 관리됨에 따라 지속적으로 정부 부서의 감독을 축소할 수 있다.
신뢰성	· 시스템의 성과를 측정하기 위한 각종 지표(Metrics) 관리활동과 내부 심사(Internal Audit) 및 독립적인 제3자 평가(Independent 3rd Party Assessment)를 통해 품질시스템의 효과성과 신뢰성이 획득된다.
인지도	· JAST(Joint Advanced Striker Technology, 통합 첨단 공격기 기술) 사업과 F-22 전투기 생산 사업 등 미래 사업에 있어서 별도의 특수 조건의 부과 없이 ISO 체제로 품질프로세스가 인정될 것이다.

<표 4> 보잉사 품질시스템 발전 단계

	1963-1991	1991-1996	1997-1999	1999-현재
시스템	D1-8000A	D1-9000	D1-9000A	D6-82479
제정 시기	1963	1991	1996.7	1999.7
특징	· 결함 탐지 위주	· 결함 예방 · 고등품질시스템	· ISO 채택 · 고등품질시스템	· AS 채택 · 고등품질시스템
승인	· 보잉 승인	· 보잉 승인 (BQS/AQS)	· 보잉 승인 (BQS/AQS)	· 제3자 인증 (ANSI-RAB 등록기관)
내용	· 독자적인 품질 관리 요구 9항목	· 독자적인 품질시스템 요구 - BQS 15항목 · KC 산포 관련 요구 - AQS 6항목	· ISO 9002:1994 항목과 독자적 요구 사항 추가 - BQS 20항목 · KC 변동관리(Cpk) - AQS 5항목	· AS 9100/AS 9003 채택 · 프로세스 개선 품질 시스템(AQS) - AS 9103 · 소프트웨어 품질시스템 - AS 9006

포관리 등 통계적 관리기법의 적용 등 6개 항목을 부과한 고등 품질시스템(Advanced Quality System, AQS)을 협력업체에 요구하기로 하였다(Boeing Co., 1991). 그 후 1996년 품질시스템을 ISO 9001:1994의 항목과 내용을 BQS에 반영한 D1-9000A로 개정하였고, 1999년부터는 IAQG를 통해 제정된 항공 품질경영시스템인 AS 9100을 기본으로 한 D6-82479를 협력업체에 요구하고 있다(<표4 참조>).

2.3.2 보잉 품질시스템의 발전 단계

(1) 결함 탐지 위주의 품질관리 (D1-8000A, 1963-1991)

보잉은 항공기 생산증명 보유업체 (Production Approval Holder)로서 항공기 생산과정에 대해 미국 연방 항공청(Federal

Aviation Administration, FAA)의 관리와 감독을 받고 있다. 항공기생산 품질관리와 관련된 규정내용은 CFR 14 PART 21에 포함되어 있으며 주로 원자재 및 구매자재에 대한 검사, 생산 공정 및 생산품관리, 결함품 검토, 도면관리 및 품질관리절차와 협력업체에 대한 검사 위임 범위 등이다. 보잉사는 CFR 14 PART 21에 요구된 항목들을 자체적으로 적용할 뿐 아니라 유사한 내용을 보잉의 협력사에게 D1-8000 품질관리 요구사항으로 문서화 했다. D1-8000에는 제품 완성 후 인도될 제품으로부터 결함품을 탐지하고 분리하는 데에 필요한 품질관리활동 절차가 기술되고 이행되도록 되어 있다. 1989년 개정된 D1-8000A Rev. E에는 보잉의 전사적 경영혁신운동인 CQI를 반영한 통계적이고 분석적인 방법의 도입을 장려했

다(Boeing Co., 1989).

(2) 결함 예방을 위한 고등 품질시스템 (D1-9000, 1991-1996)

1991년 협력업체에 요구된 D1-9000은 D1-8000A에서 요구하는 결함 탐지 위주의 품질관리 개념으로부터 발전된 보잉 고유의 품질개념을 담고 있다(Boeing Co., 1991). 즉 '품질이 생산으로부터 독립된 조직에 의한 검사에 의해 유지되기'보다는 '품질은 독립적인 검사그룹 보다는 생산조직의 부담이라는 것'을 명시하였다. 그리고 품질이 '규격 범위를 100% 활용해서 규격에 일치함을 보증'하기보다는 오히려 '결함품의 비율에 의해 측정되는 것이 아니라 명목값(Nominal Value)으로부터의 변동(Variation)에 의한 산포를 줄이는 것'이라는 것이라고 정의하였다. 즉, 품질활동의 목표가 공정의 변동을 최소화하는 것이고, 이의 실행을 위한 협력업체의 활동을 촉구하였다. 이 시기에 보잉사는 BQS 승인에 추가하여 결함예방시스템(Defect Prevention System)으로서 보잉사 고유의 고등 품질시스템(AQS, Advanced Quality System)에 대한 승인을 추가로 획득하도록 요구하였다(Boeing Co., 1991).

(3) ISO 품질시스템 채택과 민수, 군수, 우주 부문 동일 시스템 적용(DI-9000A, 1997-1999)

D1-9000은 ISO 9002:1994 형식과 내용을 기본으로 하고 항공 산업 부문의 특정 요구사항을 포함한 D1-9000A로 전면 개정되어 1996년에 발행되었다. 이는 보잉사 협력업체에 대한 품질시스템 요구사항을 표준화하고 단순화하기 위한 보잉사의 지속적인 개

선 노력의 결과이다. 기존에 민수분야에 적용되던 D1-9000은 D1-9000A로 개정되면서 보잉사의 민수 항공기 부문과 군수, 우주 부문에 공통으로 적용되게 되었다. 따라서 이전에 군수사업 업체에 요구되었던 미 군사 품질시스템 규격(MIL-Q-9858A, MIL-I-45208)은 D1-9000A로 대체되었다. 협력업체는 BQS 승인업체와 AQS 승인업체로 구분되었는데, BQS 승인업체는 ISO 9002 승인업체와 같이 설계를 하지 않는 업체를 말한다. D1-9000A의 AQS 부문은 D1-9000에 포함되었던 AQS에서 Section 2.4 프로세스 오리엔테이션 내용 중 주요 품질특성(Key Characteristics, KC)의 선정에서 공정 매개변수 확정까지의 과정이 상세하게 기술되고 보완되었다(Boeing Co., 1996).

(4) AS 시스템 채택과 제3자 인증의 인정 (D6-82479, 1999-현재)

보잉이 2004년 현재 협력업체에 적용하고 있는 품질시스템인 D6-82479는 보잉 등 전 세계 주요한 항공 산업계가 채택한 것으로서, ISO 9001의 틀을 그대로 유지한 상태에서 항공 부문의 특정 요건을 보완하여 IAQG가 제정한 AS 9100을 Appendix A로 채택하고 있다. AS 9100은 항공기 관련 제품의 설계, 생산, 시험 업체를 모두를 위한 포괄적인 품질시스템이므로 Appendix B에 AS 9003 검사 및 시험 품질시스템(Inspection and Test Quality System, 2001)을 추가하여서 협력업체가 공급하는 품목과 계약 범위(설계, 생산, 검사 및 시험)에 따라 적용하는 품질시스템을 다르게 하고 있다. 보잉은 D6-82479의 시스템을 채택하면서 지금까지 허용하지 않던 제3자 인

증을 채택하였는데 제3자 인증기관을 IAQG 요구조건에 따른 인정기관에 등록된 기관으로 한정했다. D6-82479에는 1) Addendum 1 ‘고등 품질시스템의 지속적 개선’에 보잉사의 고등 품질시스템, 2) AS 9103 ‘중요 품질특성에 대한 변동관리’에 관한 내용, 3) Addendum 2 ‘납품물 소프트웨어 품질시스템 요구사항’, 4) IAQG가 제정한 소프트웨어 품질경영시스템 모델인 AS 9006이 포함되어 있다(Boeing Co., 1999).

2.4 선진업체 항공기 품질경영시스템 특징 비교 및 국내업체 수용방안

2.4.1 선진업체 항공기 품질경영시스템 특징 비교

록히드 마틴사와 보잉사의 품질경영시스템 발전 과정을 검토한 결과 <표 5>와 같이 각 사별 특징을 비교할 수 있다.

록히드 마틴사는 MIL-Q-9858A의 폐기로 발생할 수 있는 혼돈을 단 기간에 수습하기 위하여, 주 고객인 미 정부의 관점을 적극적으로 수용하면서 우선 ISO 9001, 그 다음 AS 9000으로 전환하기로 하여 품질시스템 재구축 방향과 목표를 명확하게 제시하였다. 그 이후 AS 9000을 개정한 AS 9100을 채택하고, 국제적으로 권위가 인정된 제3자인증인 BSI로부터 AS 9100을 인증 받아서, 고객과 종업원, 협력업체로부터 자사가 품질시스템 구축 및 운영 측면에서 타 항공기 생산업체를 선도해 나감으로써 품질경쟁력 우위를 경제적으로 확보하고 있다.

보잉사는 다양한 고객(세계 민간 여객기 항공사, 군수고객)을 대상으로 하는 사업을 함으로 록히드 마틴사처럼 신속한 조치를 취할 수 없었으나 1차적으로 기존에 보잉사

가 취해온 기본 품질시스템에 ISO 내용을 반영하고(Boeing Co., 1996), 적극적인 IAQG 활동을 통해 국제적으로 합의된 관련 AS 시스템을 협력업체의 업무 범위에 따라 선택하여 적용할 수 있도록 세분화하여 협력업체에 대한 품질시스템 요구사항에 반영함으로써(Boeing Co., 1999) 고객이나 협력업체로부터 신중하고 철저하다는 평가를 받고 있다. 2차적으로는 AS 시스템에 대하여 제3자인증을 채택함에 따라, 보잉사가 지속적으로 추구해온 Lean 생산 개념에 따른 협력업체 Supply Chain에서의 Lean화를 효과적으로 수행할 수 있게 되었다. 보잉사는 1991년 이래 추진해온 주요품질특성에 대한 산포관리 등 통계적 공정관리 기법도 AQS를 통한 지속적 개선에 적용하여 계속 추진할 것임을 분명히 하고 있다.

2.4.2 선진업체 품질 경영시스템의 국내업체 수용방안

품질 경영시스템의 요소를 결정하고 향후 발전시켜야 할 분야를 선정하기 위해 우선적으로 고려해야 할 요소는 1) 생산품 및 구매 자재의 종류, 2) 생산 품질 시스템에 대한 고객의 요구 내용 및 수준, 3) 국내 업체의 품질정책이다.

K사를 포함한 국내 항공기 생산업체의 제품 중 90%가 T-50 고등훈련기를 포함한 군수항공기이다. 고객 관점에서 보면, 한국 정부, 즉, 공군이 80%의 물량을 수주하고 있다. 향후 장기간에 걸쳐 개발되고 생산될 육군의 군수항공기인 한국형 다목적 헬기(Korea Multipurpose Helicopter, KMH)의 경우, 국방 품질경영시스템의 고유 요구사항이 포함되어 현재 적용되고 있는 AS 9100 기본 품질시스템이 그대로 채택될 것

<표 5> 선진 항공업체 품질경영시스템 발전과정 특징 비교

	록히드 마틴	보잉
고객	· 전 세계 각 군(미국 공군 등)	· 전 세계 민간항공사, 각 군
주생산품	· 전투기(F-22, F-16 등), 군용기	· 대형 여객기 · 전투기(F-15), 군용기
품질시스템	· QM 2000	· D6-82479
내용	· AS 9100:2002 · ISO 9001:2000	· AS 9100:2002(BQS) · AS 9003(검사 및 시험) · AQS(AS 9103과 보잉 고유 지속적 개선) · AS 9006(software QMS)
발전과정	· MIL-Q-9858A 기준 체계운영 (1961-1996.4) · ISO 9001:1994 채택 (1995.9) · ISO 9001:1994 구축, 제3자 인증 획득(1996.5) · 미 공군 계약 시 ISO 시스템 적용 계약변경(1996.5) · AS 9000:1997 구축, 제3자 인증 획득(1998.5) · AS 9100:2001/ISO 9001:2000 구축, 제3자 인증 획득 (2003.6)	· 결함 탐지 위주 품질관리 (1963-1991):MIL-Q-9858A와 CFR 14 PART 21 내용 반영 (D1-8000A) · 결함 예방을 위한 고등품질시스템 (1991-1996, D1-9000) · ISO 활용 및 각 부문 동일 시스템 적용(1997-1999, D1-9000A) -기본품질시스템: ISO 9002:1994 포함 -고등품질시스템: 고유 AQS · AS 시스템 규격 시리즈 채용과 제 3자 인증제도 인정 (1999-현, D6-82478)
특징	· 미 국방예산감소에 따른 군사규격 폐지 등 환경변화에 능동적으로 대 처하여 ISO 시스템과 AS 시스템을 단계적으로 수용하였음 · ISO와 AS 시스템의 특징을 활용 하여 자사시스템의 효율을 향상시키 고 제3자 인증획득 정책을 통해 내·외부의 신뢰를 강화했음	· ISO 채택으로 민수, 군수, 우주 부 문에서 동일시스템을 적용하게 되었 으며 각종 AS의 규격 채택과 제3자 인증을 통해 Supply Chain에서의 Lean화를 효과적으로 수행함 · 기본 품질시스템을 기초로 하고, 결함예방을 위한 KC 선정과 통계적 관리기법 적용을 적극적으로 수용해 왔음

으로 보인다. 하지만 보잉사가 추진하는 바와 같이, AS 9100 규격의 요구 내용에 따라 프로세스 합리화를 위한 지표 관리가 강화되어야 한다.

국내 항공기 생산 품질시스템의 품질정책 중에서 수용이 적극적으로 요망되는 분야는 보잉사에서 적용중인 통계적 공정관리를 이용한 변동관리이다. 해외 구매업체에 대해서는, 록히드 마틴사가 적용하고 있는 AS 9100 시스템의 적용 요구와 제3차 인증제도를 그대로 채용해서 해외업체를 경제적으로 관리해야 할 것이다. 보잉사의 Lean 생산 개념도 업체의 생산 공정과 국내 협력업체 관리에 적용하여 품질 및 업체관리에 효율화를 기해야 할 것이다. 보잉사가 1991년 이후 내부 품질조직에 적용해온 감사 위주의 품질보증 활동의 채택여부는 업체 내부의 여건을 고려하고 업체의 정책적 판단을 바탕으로 정부 품질보증 기관과 충분히 협의하여 결정해야 한다.

3. 한국의 항공산업 육성정책, 업체 장·단기 계획 및 선진업체 벤치마킹

한국의 항공기생산 품질경영시스템은 1) 정부의 국가방위전략에 따라 발전해 온 군수사업과 군수사업 수행 간 종료와 신규 사업 시작 사이에 발생하는 작업물량의 불균형을 보완하기 위해 업체와 정부가 추진해 온 민수 사업으로 나누어 발전되어 왔으며, 2) 전 세계 항공기 생산업체의 품질경영시스템 발전 내용에 따라 그 방향과 목표가 정해졌다. 따라서 향후 발전방향과 목표 수준은 한국 정부의 항공 산업 육성과 발전

정책을 기반으로 업체의 장·단기 사업추진 계획과 선진업체 품질경영시스템 발전과정 연구를 통한 선진업체 벤치마킹을 통해 정해져야 한다.

3.1 한국의 항공 산업 육성정책

1999년 국방부, 산업자원부, 과학기술부가 공동 참여한 항공우주 산업개발 정책심의회에서 수립된 항공우주 산업개발 기본계획의 단계별 육성전략은 1단계 기간(1999-2005)에 항공기의 주요 부품을 생산하고, 고등 훈련기 및 다목적 헬기를 개발하여 항공기 기체 설계능력과 생산능력을 확보할 것이며, 2단계 기간(2001-2015)에는 축적된 기술을 통해 항공기의 독자설계, 생산, 사업관리, 인증, 후속지원 등 체계 종합능력 구축을 통해 자주 국방의 기틀을 마련하는 것이다. 군용기 분야에서는 현재 독자개발된 기본 훈련기(KT-1) 및 진행 중인 T50 국제 협력 개발 사업의 성공적 추진과 함께 관련 부품의 국산화를 추진할 것이며, 민항기 분야의 경우에는 우선 선진 항공업체가 생산하는 항공기의 기체, 날개 등 주요 부분품을 전담 생산하는 부품 생산기지로 도약하고자 한다. 이를 근간으로 선진 항공업체와의 전략적 제휴를 통해 30-100석급 중소형 항공기를 생산하여 설계기술, 생산, 판매, 사업관리, 후속지원 등 체계 종합능력을 구축하여 2015년까지 차세대 여객기 개발사업에 참여함으로써 여객기 주요 생산 국가로 진입하는 것을 육성 전략으로 삼고 있다.

민군 겸용 분야는 민수 및 군수 시장을 하나의 시장으로 통합, 경제성 있는 시장 규모로 확대하여 2015년까지 당시 기술 수

준을 감안한 헬기를 개발하여 독자설계 및 생산능력 구축 등 산업 경쟁력 및 안보역량을 동시에 효율적으로 제고하고 동 분야에서 선진국 수준으로 진입한다는 육성전략을 수립하여 추진하고 있다(신보현, 2002).

이와 같은 정부의 항공 산업 육성정책에 따라 2단계 기간 중에 개발되는 민수용 항공기에 대해서는, 품질체계 인증제도 측면에서 미국 항공 연방청(FAA)이 민간 항공기 개발 및 생산 분야에서 항공기와 구성품에 대해 적용하는 기술기준인 CFR Part 23, 29등과 같은 정부 감독부서의 형식증명과 감항성 인증 제도에 대비한 업체 품질체계 구축이 필수적이다.

3.2 업체 장·단기 계획

군수분야는 정부의 항공우주 산업개발 기본계획의 단계별 육성전략에 따라 1단계 기간(1999-2005)에 독자적인 개발을 완료하는 기본 훈련기(KT-1)와 2004년 현재 비행 시험 중인 T50 고등 훈련기 국제협력 개발 사업을 마무리하려고 한다. 그 이후 2010년까지 전투기급 항공기 개발 능력을 심화 발전하여 무장제어 시스템, 항전장비, RADAR 개량 개발능력과 기체 개조 개발 기술을 확보하며, 2015년까지 KF-16급 기동성능과 통합항전, 전자전 능력을 보유한 한국형 전투기 개발을 추진할 것이다. 단기적으로는 KT-1기의 수출용 파생제품인 KO-1B와 항전·무장제어계통을 보완한 KT-1C의 개조 개발을 수행할 예정이다. 민수분야는 SB 427i 헬기 개조 개발 등 회전익 항전 부분에 대한 해외 공동개발 참여와 소프트웨어 개발능력 경험확대로 중소형 항공기 개조 개발기술을 습득하는 방법으로,

국·내외 항공기 개조, 항전제어 소프트웨어 기술개발경험 확대, 헬기 공동개발, 복합재 성형위주의 항공기 부품 물량확보 전략을 추진하고 있다.

군수분야 및 민수분야 공히 항공기 전자장비와 RADAR등에 내장되는 소프트웨어 개발 시에는 전 세계적으로 공신력이 인정되는 CMMI(Software Capability Maturity Model Integration) Level 3 이상의 품질보증체계 인증이 구축되어야 한다.

3.3 선진업체 벤치마킹

군수와 민수분야 항공기 생산에서 각각 세계 1위의 경쟁력을 확보하고 있는 록히드 마틴사와 보잉사는 모두 자사가 처한 경영 환경에서 항공기 개발과 생산을 위하여 가장 경제적인 품질경영시스템을 구축하고 있다. 이러한 기존 경쟁력을 지속적으로 유지하기 위하여 이들 업체는 기업 내부의 운영 시스템의 효율을 향상하기 위한 노력을 경주할 뿐만 아니라 전 세계에 분포되어 있는 협력업체에도 필요한 사항을 요구하고 있다. 록히드 마틴사와 보잉사 모두 1998년 결성된 IAQG(International Aerospace Quality Group)를 통해 국제 규격화된 AS 9100 품질경영시스템과 관련한 세부기준을 해외에 위치한 협력업체가 자사와 동시에 적용할 수 있도록 하여 실제로 적용되는 품질경영시스템의 이행을 경제적으로 추진하고 있다.

한국의 항공기 생산업체의 품질시스템 향상 분야에 관한 사항을 요약하여 <표 6>에 나타내었다.

<표6> 한국 업체 품질시스템 향상 분야

구분	분야	수준
· 국내 항공 산업 육성정책	· 개발항공기 및 구성품 형식증명, 감항성 증명	· CFR PART 23, 29 대비 수준*1
· 업체 장·단기 계획 (국내 및 수출 항공기용 전장품, 제어시스템 등 개조, 개발)	· 항공 전자장비 개조 및 통합 (T50, KO-1B, SB427i) · 무장제어계통 설계 (KO-1B) · RADAR · 비행제어 시스템 개발 (T50)	· 소프트웨어 품질 보증 시스템 구축 (CMMI*2 Level 3이상)
· 선진업체 벤치마킹	· 소프트웨어 품질 보증 (AS 9006) · 고품질 시스템 (AQS) · 품질 활동개념 및 전개 · 프로세스 합리화	· AS 9006 또는 CMMI Level 3 이상 · 중요품질특성의 변동관리(AS 9103) 및 지속적 개선 프로그램 운영 · 품질 조직의 역할 정의 · 지속적 프로세스 개선 (지표관리)

*1: CFR(Code of Federal Regulations) Part 23 Aircraft Airworthiness Standard: Normal, Utility, Acrobatic and Commuter Category Airplanes
CFR(Code of Federal Regulations) Part 29 Airworthiness Standards: Transport Category Rotorcraft

*2: CMMI: Software Capability Maturity Model Integration

4. 결론

본 논문은 우선 국내 유일한 항공기 종합생산체제를 갖춘 K사의 항공기생산 품질경영시스템 발전과정을 살펴보고, ISO 및 AS 시스템을 있는 그대로 채택한 록히드 마틴사와 ISO와 AS를 보완하여 채택한 보잉사의 상이한 접근 방식을 검토하였다.

국내외의 항공기 생산업체의 발전 과정을 검토한 결과 확인된 국내 항공기 생산 품질경영시스템의 전개 과정에는 다음과 같은 특징이 있다. (1) 한국의 항공기 품질경

영시스템은 국내 항공기 산업의 발전단계에 따라 미국 원천 업체가 요구한 품질 규격과 품질 방침을 만족시키기 위한 체계를 구축하면서 발전해 왔다. (2) 품질경영시스템의 범위는 창 정비(J85, J79엔진), 군용 항공기 면허생산(F-5, F-16), 국내 연구개발 사업(KT-1), 국제협력 연구개발 사업(T-50)의 단계에서 각각 창 정비, 항공기 생산, 항공기 설계 및 개발이다. (3) 1996년 전 세계적으로 동시에 전개된 MIL-Q-9858A의 폐기와 ISO 시스템의 채택으로 한국 업체의 품질경영시스템이 세계의 선진 항공기 생산업체와

같은 시기에 국제 항공 품질경영시스템인 AS 체제로 전환했다. (4) 2000년 미국 선진 업체와 공동으로 추진한 프로세스 Lean화 프로그램을 통해 내부 품질경영시스템 내의 비효율적 요소가 제거되었고 ISO, AS, KDS시스템에 대한 제 3자 인증 및 제 2차 심사를 통해 시스템의 효과성과 효율성이 지속적으로 점검되고 개선되어 왔다.

향후 한국의 항공기 품질경영시스템은 한국의 특수한 환경 즉, 정부의 항공 산업 육성 정책방향과 자사 경영여건에 따른 사업추진 계획을 감안하여 <표 6>과 같이 국제적 표준규격의 도입과 혁신기법의 수용을 병행하여 추진되어야 하겠다. 이러한 사업추진을 위하여 한국의 항공기 생산업체는 다음 사항에 주의를 기울여야 하겠다. (1) 한국 정부의 항공 우주 산업개발 기본계획에 의한 단계별 육성 전략에 따라 전투기급 항공기 및 다목적 헬기 등에 대한 독자설계, 개발에 관한 품질 인증체계 및 감항성 증명 체계의 구축을 준비해야 할 것이다. (2) 업체가 추진하고 정부가 지원하는 수출용 개조, 개발 항공기에 내장되는 항공전자 및 무장제어 소프트웨어 품질보증체계 구축이 시급하다. (3) 항공기 생산 및 관련 부품의 품질 및 가격 경쟁력의 확보를 위해 품질경영 및 생산 프로세스의 효율화와 Lean화, 혁신에 관한 국제 표준규격의 조기 도입과 정착을 위한 노력이 필요하다. 이에 관한 세계적 추세와 선진업체의 수용여부에 대한 정보를 얻고 벤치마킹을 위하여 IAQG에 적극적으로 참여하여 활동을 하는 것이 중요하다.

참고문헌

- [1] 산업자원부 (2000), 항공우주산업 개발 촉진법(구 항공공업진흥법, 1978), 산업자원부.
- [2] 신보현 (2002), 국방 연구개발 추진방향과 연계한 항공 산업 육성·발전방향, 항공 산업연구, 제63집, 항공산업연구소.
- [3] 이승주 (1999), 「항공기 생상품질 시스템 발전 방향에 관한 연구」, 경상대학교 경영행정대학원 석사학위 논문.
- [4] 허희영 (1996), 보잉·에어버스, 길벗.
- [5] Boeing Co. (1989), D1-8000A Rev. E Quality Control Requirements for Boeing Suppliers, The Boeing Company.
- [6] Boeing Co. (1991), Introduction to D1-9000(D6-56154), Boeing Commercial Airplane Group, The Boeing Company.
- [7] Boeing Co. (1996), D1-9000 Rev. A, Advanced Quality System Rev. A, The Boeing Company.
- [8] Boeing Co. (1999), D6-82479 Rev. C, Boeing Quality Management System Requirement for Suppliers, The Boeing Company.
- [9] DoD (1963), MIL-Q-9858A Quality Program Requirements, Department of Defense, USA.
- [10] Gadbury, R. G. (1996) Amendment of Solicitation/Modification of Contract No. ARZ, Divisional Administrative Contracting Office, Defence Contract Management Command, USA.
- [11] LFWC (1994), KFP Quality Assurance Plan, Lockheed Fort

Worth Company, U.S.A.

- [12] LMAC (1996) Single Process Block Change Proposal, Lockheed Martin Aeronautics Company.
 - [13] LMAC (2002), Lockheed Martin Aeronautics Company Quality Management System QM-2000, Lockheed Martin Aeronautics Company.
 - [14] USAF (1978), Maintenance Quality Assurance Program, US Air Force Head Quarter, USA.
-